

## **Evaluation of Landscape Structure for Development and Integration of the Protected Areas**

**Roghayeh Sadegh Oghli<sup>1</sup>, Ali Jahani<sup>2\*</sup>, Afshin Alizade Shabani<sup>3</sup>, Hamid Goshtasb<sup>2</sup>**

*1. MSc. Student of Environment- Assessment and Land-use planning, College of Environment, Karaj, Iran*

*2. Associate Professor, Department of Natural Environment and Biodiversity, College of Environment, Karaj, Iran*

*3. Assistant Professor, Department of Natural Resources- Environment, College of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran*

(Received: March 12, 2019 - Accepted: August 1, 2019)

### **Abstract**

Integrity and connectivity of habitats are among the important factors for the conservation of plant and animal populations within protected areas, particularly when the habitats are connected. Investigating on the integrity of these areas could help interconnecting islanded patches and preventing the negative impacts of fragmentations. This study aimed to quantify the fragmentations of different regions within the protected area of Jajroud. Land-use map was extracted using remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) techniques. The acquired data were employed to study the fragmentation of the regions considering the landscape metrics. The results indicate that the northern parts of the region, including the national parks of Khojir and Sorkheh Hesar, in general, possess larger patches and a higher level of connectivity, while the southern part is tending towards small-grain structure. In addition, results support the applicability of landscape metrics in assessing the management of the protected areas and identifying the protection patches in order to prioritize the protection of landscape patches.

### **Keywords**

Landscape, Integrity, Metric, Fragmentation, Jajroud Protected Area.

---

\* Corresponding Author, Email: [jAjahani@ut.ac.ir](mailto:AJjahani@ut.ac.ir)

## ارزیابی ساختار سیمای سرزمین، به منظور توسعه و یکپارچه سازی مناطق تحت حفاظت

رقیه صادق اوغلی<sup>۱</sup>، علی جهانی<sup>۲\*</sup>، افشین علیزاده شعبانی<sup>۳</sup>، حمید گشتاسب<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته محیط زیست، گرایش ارزیابی و آمایش، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران
۲. دانشیار گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران
۳. استادیار گروه منابع طبیعی - محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

( تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۰ )

### چکیده

یکپارچگی و ارتباط زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است، مخصوصاً زمانی که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند. بررسی یکپارچگی مناطق حفاظت شده می‌تواند برای ارتباط دادن لکه‌های محدود شده و کمک برای مقابله با تأثیرات ازهم‌گسیختگی مفید واقع شود. هدف از این تحقیق کمی کردن ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه حفاظت شده جاجروود است. برای رسیدن به این هدف، با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، کاربری‌های منطقه استخراج شد و با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس، ازهم‌گسیختگی بخش‌های منطقه بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که به‌طور کلی قسمت‌های شمالی سیمای سرزمین منطقه که شامل پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار نیز هست، لکه‌های بزرگ‌تر و پیوستگی بیشتر دارد؛ در حالی که جنوب منطقه به سمت ساختار ریزدانه‌ای می‌رود. همچنین نتایج این تحقیق بر قابلیت و کاربرد سنج‌های سیمای سرزمین در ارزیابی مدیریت مناطق حفاظت شده و شناسایی لکه‌های حفاظتی به‌منظور اولویت‌دادن به حفاظت از لکه‌های سیمای سرزمین تأکید می‌کند.

### واژگان کلیدی

ازهم‌گسیختگی، سنج، سیمای سرزمین، منطقه حفاظت شده جاجروود، یکپارچگی.

## بیان مسئله

یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده، برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است، مخصوصاً زمانی که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند (Leitao & Ahren, 2003: 65-93). اما با رشد تعارضات انسانی مانند رشد زیربناهای حمل و نقل و رشد شهرها و کاربری‌هایی مثل کشاورزی، یکپارچگی و ارتباط بین زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده کاهش پیدا کرده است. این مسئله تهدیدی جدی برای حیات وحش و گونه‌های کلیدی مناطق به حساب می‌آید. این موارد مدیریت منطقه را تحت تأثیر قرار داده است (Rezazadeh et al, 2017: 55).

مطالعات بسیاری در ارزیابی کیفیت زیباشناختی سیمای سرزمین صورت گرفته است (جهانی، ۱۳۹۶: ۲۴؛ جهانی و محمدی فاضل، ۱۳۹۵: ۹۵۵؛ جهانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۷)، اما بررسی یکپارچگی سیمای سرزمین، به‌ویژه در مناطق حفاظت‌شده جایگاه متفاوتی دارد و می‌تواند برای ارتباط دادن لکه‌های محدودشده و کمک برای مقابله با تأثیرات ازهم‌گسیختگی<sup>۱</sup> یا لکه‌لکه‌شدن مفید واقع شود و به‌عنوان پایه‌ای برای حمایت از برخی برنامه‌ریزی‌های کاربری زمین، زیباشناختی و راهکارهای حفاظت استفاده شود (Leitao & Ahern, 2003: 65-93). مبنای اصلی برای بررسی یکپارچگی سیمای سرزمین بر فرایند ازهم‌گسیختگی قرار داده شده است. ازهم‌گسیختگی یکی از فرایندهای مهم موجود در سیمای سرزمین است که اختلال‌های ایجادشده در ساختار و عملکرد سیمای سرزمین توسط فعالیت‌های انسان در طبیعت را نشان می‌دهد (Ahern & Andre, 2003: 65-93). دانش اکولوژی به ارتباط بین اجزا با کل می‌پردازد. به‌طوری که موضوع محوری آن، بوم‌سازگان‌ها و ارتباط سطوح مختلف آن‌هاست (زبردست و همکاران، ۱۳۹۴).

اکولوژی سیمای سرزمین، ارتباط الگوها و فرایندها را در سراسر مقیاس مکانی و زمانی مطالعه می‌کند. یکی از اهداف اصلی اکولوژی سیمای سرزمین، مطالعه ساختار موزایک سرزمین و تأثیرات آن بر فرایندهای اکولوژیکی است (Uuemma et al., 2009: 1-28). از نقاط قوت این رشته، امکان کمی‌کردن این ساختارها و فرایندهاست. با استفاده مناسب از این امکان می‌توان تفاوت‌های ساختاری، تغییر در الگوها در طول زمان و نشانه‌های مربوط به فرایندهای اکولوژیکی را به‌خوبی در سیمای سرزمین متفاوت

نشان داد و امکان مقایسه آن‌ها را با هم فراهم کرد. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق مجموعه حفاظت‌شده جاجرود است که پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقه حفاظت‌شده جاجرود را شامل می‌شود. انواع آشفتگی‌های انسانی در این مناطق وجود دارد. وجود تعارض‌ها و آشفتگی‌های انسانی مانند ساخت جاده، ساخت‌وسازهای غیرمجاز، تصرف‌ها، تخریب حاصل از پروژه‌های ملی، احداث راه‌های دسترسی متعدد و تخریب زیستگاه‌ها، سیمای سرزمین این مناطق را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش یکپارچگی و افزایش ازهم‌گسیختگی بیشتر در مناطق و به دنبال آن کاهش ارتباط بین زیستگاه جانوران و لکه‌های سیمای سرزمین می‌شود. در این تحقیق با استفاده از سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین سطح با هدف ارزیابی یکپارچگی و با توجه به تفاوت در نوع مدیریتی مناطق، ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه برای دستیابی به مدیریتی بهتر بررسی می‌شود.

### پیشینه تحقیق

بررسی مطالعات صورت گرفته و تحقیقات روز از کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی و مدیریت محیط‌زیست و مناطق حفاظت‌شده (Barati et al., 2017: 153-168)، پوشش گیاهی پارک‌های ملی (Castillo et al., 2015: 247-255)، یکپارچگی فضای سبز شهری (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۱-۸۷؛ لاریجانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۹-۶۴) و مناطق شهری (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۷-۲۱۴؛ کرمی و فقهی، ۱۳۹۰: ۴۹-۶۴) حکایت می‌کند. در تحقیقات اشاره‌شده از سنجه‌های (CA<sup>۱</sup>، PLAND<sup>۲</sup>، NP<sup>۳</sup>، MPS<sup>۴</sup>، MNN<sup>۵</sup>) به‌عنوان سنجه‌های اصلی استفاده شده است. همچنین در این زمینه، حق‌وردی و همکاران با تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و هندسه‌های ازهم‌گسیختگی به شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار روی یکپارچگی زیستگاه گونه‌های مختلف در پارک ملی لار و منطقه حفاظت‌شده ورجین در راستای حفاظت از آن‌ها و حفظ تنوع زیستی پرداخته‌اند (Haghverdi et al., 2018: 21-32).

ذوقی و همکاران با هدف ارزیابی ازهم‌گسیختگی فضای سبز شهری، به کمی‌سازی سنجه‌های

1. Class Area
2. Percentage of Landscape
3. Number of Patches
4. Mean Patch Size
5. Mean Nearest Neighbor Distance

سیمای سرزمین منطقه ۵ تهران پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که لکه‌لکه‌شدگی در فضای سبز شهری، به علت افزایش موانع و کاهش اتصالات و ارتباطات و... است. لکه‌لکه‌شدن باعث افت کیفیت محیط‌زیست شهری و اختلال در عملکرد فضاهای سبز شهری منطقه شده است. در این راستا می‌توان با اصلاح ساختار سیمای سرزمین، شکل و یکپارچگی لکه‌های فضای سبز را ارتقا بخشید (ذوقی و همکاران، ۱۳۹۳).

زبردست و همکاران در تحقیقی برای تعیین تأثیرات فضایی ناشی از جاده گذرنده از پارک ملی گلستان به کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که لکه‌لکه‌شدگی در پارک ملی گلستان افزایش یافته است که در سطح سیمای سرزمین و طبقه جنگل متراکم محسوس بود (زبردست و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱-۲۰).

### روش تحقیق

در این تحقیق با استفاده از تصویر ماهواره لندست<sup>۱</sup>، هشت نقشه پوشش/کاربری به دست آمد. سپس سنجه‌های سیمای سرزمین برای بررسی ساختار و ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه در محیط نرم‌افزار FRAGSTATS اندازه‌گیری شد. با مقایسه و تفسیر این سنجه‌ها در منطقه مورد مطالعه، برای شناسایی تعارض‌های اصلی منطقه بر اساس الگوی سیمای سرزمین و تعیین اولویت مدیریت تعارض‌های منطقه تلاش شد. بدین منظور برای تهیه نقشه پوشش/کاربری منطقه، تصویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۱۷ که مربوط به سنجنده<sup>۲</sup> OLI ماهواره لندست است، تهیه شد. در این تحقیق برای تصحیح هندسی تصویر از روش نقطه‌زنی در عرصه توسط دستگاه<sup>۳</sup> GPS استفاده گردید. بدین منظور ابتدا توسط دستگاه GPS مختصات درست این نقاط برداشت شد و در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE تصحیح هندسی تصویر ۲۰۱۷ انجام گرفت. به گونه‌ای که RMS خطای مربوط به تصحیح هندسی کمتر از ۰/۵ به دست آمد. برای تصحیح رادیومتریک و اتمسفری نیز از روش تصحیح اتمسفری مطلق توسط مدل<sup>۴</sup> ATCOR در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE استفاده شد. الگوی مورد استفاده در این تحقیق طرح

1. Landsat

2. Landsat 8 Operational Land Imager

3. Global Positioning System

4. Atmospheric and Topographic Correction for Airborne Scanner Data

طبقه‌بندی اندرسون است که در مطالعات زیادی برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شده است. در این سیستم رویکرد طبقه‌بندی، کاربری بوده و پوشش زمین، منابع گراست. از جمله مزایای این سیستم، انعطاف‌پذیری در بسط طبقه‌بندی‌ها در سطوح پایین‌تر است. همچنین انواع طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین ارائه شده در این سیستم، می‌تواند با سیستم‌های طبقه‌بندی قابلیت زمین، مدیریت مخاطرات و پتانسیل زمین برای هرگونه فعالیت خاص و با ارزش زمین مرتبط باشد (Anderson, 1976: 80-85). برای تعریف طبقه‌های کاربری سرزمین پارامترهای مختلفی از جمله، خواص کاربری، وضعیت منطقه، سطح پوشش، شباهت طیفی عوارض، اطلاعات و داده‌های موجود در انتخاب و تعریف طبقه‌ها تأثیرگذارند (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۹: ۲۵۷؛ رایگانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۶۰).

با توجه به استفاده از الگوی طرح اندرسون و اهداف در این تحقیق، کاربری‌های موجود در مناطق در شش طبقه بدنه آبی، باغ (باغ‌ها و تمامی اراضی کشاورزی زیر کشت دیم و آبی)، مرتع خوب (شامل اراضی با مرتع مشجر و غیرمشجر، اراضی دارای پوشش گیاهی خودرو و فاقد جنگل و شامل مرتع با تراکم متوسط)، مرتع ضعیف (شامل مرتع با تراکم فقیر، مناطق سنگلاخی و بدون پوشش)، اراضی انسان‌ساخت (تمامی مراکز انسان‌ساخت اعم از شهرها، روستاها، تأسیسات و مراکز صنعتی) و جنگل دست‌کاشت تعریف شد.

برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی این منطقه از شاخص پوشش گیاهی<sup>۱</sup> NDVI در نرم‌افزار IDRISI استفاده شد. با توجه به تحقیق راهداری و همکاران (۱۳۹۲: ۴۳-۵۴) استفاده از این شاخص طیفی در تحقیقات مشابه مناسب است (جباری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۷-۳۹؛ Wylie et al., 2002: 266-278). NDVI از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی است که برای آماده‌کردن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار برده می‌شود (Matsushita et al., 2007: 2636-2651). این شاخص در مقایسه با دیگر شاخص‌ها بهترین توان دینامیکی را دارد. شاخص فوق بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل تأثیرات جوی و زمینه خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کمتری دارد (Rondeaux et al., 2013: 98-107). با این روش مراتع منطقه در دو طبقه مرتع ضعیف و مرتع خوب طبقه‌بندی شد.

1. Normalized Difference Vegetation Index

مبنای اصلی تحقیق تصویر ماهواره‌ای بود و با سایر اطلاعات برگرفته از شاخص طیفی NDVI، استفاده از Google Earth و همچنین فایل‌های رقومی سازمان حفاظت محیط‌زیست و شناخت از منطقه کاربری باغ به دست آمد. طبقه شهری نیز با استفاده از طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای به دست آمد. در این تحقیق از باندهای ۷-۲ لندست استفاده شد (محدوده مرئی، مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز کوتاه (SWIR)). از آنجا که جاده‌ها در تصاویر لندست با اندازه پیکسل ۳۰ متر قابل تفکیک نبوده و در این پژوهش نیز تهیه نقشه جاده‌ها الزام‌آور است، از این‌رو نقشه وکتوری جاده‌ها به تصویر رستری با اندازه پیکسل ۳۰ متر تبدیل شد. در نهایت تمام پوشش/کاربری‌های استخراج‌شده از تصویر ماهواره‌ای در یک فایل قرار گرفتند و نقشه پوشش/کاربری سال ۲۰۱۷ تهیه شد. ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولیدی، به میزان صحت آن بستگی دارد. در این تحقیق به منظور ارزیابی صحت نقشه حاصل از تصویر سال ۲۰۱۷، از نقاط برداشت‌شده زمینی با GPS استفاده شد. در روی زمین موقعیت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی با دقت فراوان پیاده و نوع پوشش زمینی در محل نمونه‌ها مشخص شد. تجزیه و تحلیل سنجه‌ها اطلاعاتی کمی از ساختار و از هم‌گسیختگی سیمای سرزمین مناطق مورد مطالعه فراهم می‌کند. در گام بعدی سنجه‌های CA, PLAND, NP, MPS, MNN برای بررسی از هم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه اندازه‌گیری شد تا مشخص شود کدام بخش از منطقه یکپارچگی کمتری دارد تا بتوان ملزومات مدیریتی مورد نیاز را اعمال کرد (جدول ۱).

برای نقشه‌سازی سنجه‌های مورد نظر از روش پهنه‌بندی با شش ضلعی استفاده شده است؛ زیرا به منظور دستیابی به واحدهای همگن و مشابه برای ارزیابی، باید کل سطح سیمای سرزمین مورد مطالعه شبکه‌بندی شود که بسته به شکل محدوده، از شبکه‌بندی شش ضلعی (هگزاگون) استفاده شد. شش ضلعی‌های شبکه از نظر هندسی نزدیک‌ترین شکل به دایره هستند که یک سطح را بدون هیچ‌گونه هم‌پوشانی در امتداد حاشیه‌ها پوشش می‌دهند. همچنین یک هگزاگون محیط کمتری نسبت به مربعی با سطح برابر دارد؛ از این‌رو خطا را به دلیل آثار حاشیه‌ای کاهش می‌دهد. در این تحقیق، با توجه به شکل و وسعت محدوده مورد مطالعه، پوشش/کاربری منطقه توسط هگزاگون‌های ۱۵۰۰هکتاری با به‌کارگیری ابزارهای موجود در افزونه Patch Analyst در محیط نرم‌افزار ArcGIS به بخش‌های مختلف پهنه‌بندی شد. سپس سنجه‌های سیمای سرزمین برای

کاربری مرتع خوب که نشان‌دهنده ساختار مناسب منطقه است، درون هر یک از پهنه‌ها محاسبه شد و مبنای مقایسه بین سیمای سرزمین شش ضلعی‌های مورد مطالعه قرار گرفت.

همچنین سنجۀ مساحت کلاس برای سایر کاربری‌ها نیز محاسبه شد. گفتنی است که طبقه‌بندی بر اساس طبقه‌بندی Natural Break انجام گرفت. با توجه به این طبقه‌بندی، دسته‌های مشابه و نزدیک به هم در یک طبقه قرار می‌گیرند و هر دسته بیشترین تفاوت را با دسته‌های دیگر دارد. با توجه به اینکه بین سنجه‌های مختلف، نوعی پدیده هم‌خطی وجود دارد (McGarigal et al., 2002)، در این مطالعه از تمام سنجه‌ها استفاده نمی‌شود. سنجه‌های زیر به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است. از سنجه‌های مساحت لکه (CA)، درصد پوشش (PLAND)، تعداد لکه (NP)، متوسط اندازه لکه (MPS) و میانگین فاصله نزدیک‌ترین همسایه (MNN) به منظور کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین و از هم‌گسیختگی مناطق استفاده شد (جدول ۱). متریک‌های مساحت در تشخیص بزرگ‌ترین لکه‌ها که عرضه‌کننده منابع بی‌شماری هستند، مفید است. همچنین در تشخیص مجموعه‌ای از لکه‌ها و لکه‌های جدا از هم، متریک‌های همسایگی، مانند نزدیک‌ترین فاصله همسایگی و متریک‌های پیوستگی، مانند مجاورت در تعیین مکان‌هایی که دالان‌ها باید قرار بگیرند، کاربرد دارند. با متریک NP (تعداد لکه) می‌توان تعداد لکه‌ها را برای هر شش ضلعی محاسبه کرد. این متریک نشان می‌دهد اگر تعداد لکه زیاد باشد، آن طبقه یا نوع لکه خیلی خرد شده است. متریک MNN (متوسط نزدیک‌ترین فاصله همسایگی) متوسط فاصله ۲ لکه مشابه را بازگو می‌کند. واحد آن متر است و میزان جداافتادگی و خردشدگی لکه را بیان می‌کند. همچنین جانشینی برای تفسیر پیوستگی است.

متریک MPS (متوسط اندازه لکه) میانگین اندازه لکه طبقه را محاسبه می‌کند و واحد آن هکتار است. در این متریک سطح اشغال‌شده، توسط نوعی لکه خاص بر تعداد لکه‌های آن نوع طبقه لکه تقسیم می‌شود. در کل MPS و NP به صورت مکمل هم استفاده می‌شوند. به صورتی که MPS پایین و NP بالا، شرایط یک سیمای سرزمین خردشده را می‌رساند. وانگ و یانگ در تحقیقی در سال ۲۰۱۲ با هدف یافتن سنجۀ کلیدی در سطح کلاس برای کمی‌کردن الگوی ساختاری نقشه کاربری سرزمین، دریافتند که سنجۀ کلیدی بسته به اینکه سیمای سرزمین را چگونه توصیف کنیم، متفاوت خواهد بود و متناسب با هدف مطالعه خواهد بود.



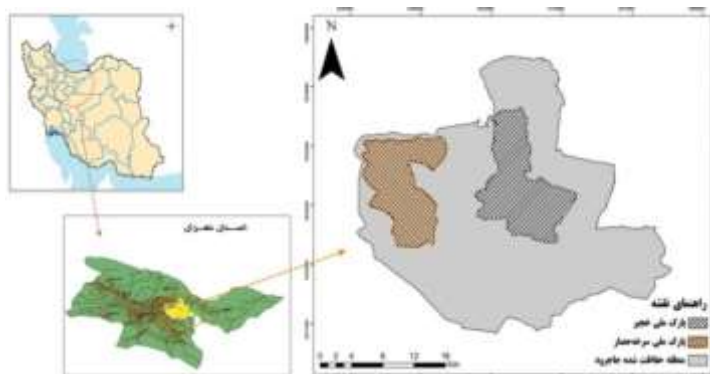
همچنین کاشمن و همکاران در سال ۲۰۰۸ با بررسی یک مجموعه سنجۀ سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین و کلاس با هدف انتخاب یک مجموعه جهانی سنجۀ‌های نماینده، سنجۀ‌های مساحت کلاس و تعداد تکه را جزء سنجۀ‌های اصلی طبقه‌بندی کردند. کاستیلو و همکاران در سال ۲۰۱۵ در تحقیقی از هم‌گسیختگی پوشش جنگلی پارک ملی مونکایو (اسپانیا) را توسط تکنیک سنجش از دور و سنجۀ‌های سیمای سرزمین تجزیه و تحلیل کردند. برای این کار از سنجۀ‌های CA، PLAND، NP، MPS، MNN به عنوان سنجۀ‌های اصلی استفاده کردند. در مطالعات زیر نیز که برای مطالعه ساختار سیمای سرزمین بوده‌اند، از این سنجۀ‌ها استفاده شده است (اسکندری و مرادی، ۱۳۹۱: ۳۵-۴۴؛ بی‌همتای طوسی، ۱۳۹۲: ۷۷-۸۷؛ پرپور و همکاران، ۱۳۸۸) (Scariot et al., 2015: 54-59; Barati et al., 2017: 153-168; Maimaitiyiming et al., 2014: 59-66).

جدول ۱. سنجۀ‌های اکولوژی سیمای سرزمین استفاده‌شده در تحقیق (McGarigal & Marks, 1995)

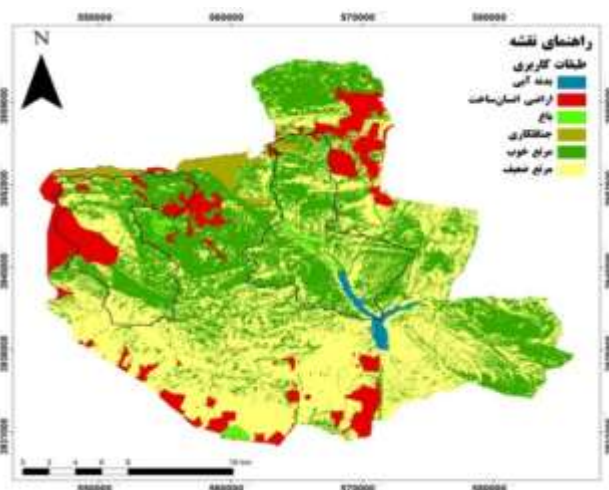
سنجۀ سیمای سرزمین	توضیح	واحد	تغییرات عددی سنجۀ
مساحت کلاس	مجموع مساحت لکه‌هایی از یک نوع را محاسبه می‌کند.	هکتار	CA>۰
درصد مساحت کلاس	نسبت مساحت بزرگ‌ترین لکه نسبت به کل سیمای سرزمین	درصد	۰<PLAND≤۱۰۰
تعداد لکه	مجموع تعداد لکه‌ها در هر کاربری	بدون واحد	NP>۱
متوسط اندازه لکه	متوسط مساحت لکه هر نوع کاربری را نشان می‌دهد.	هکتار	MPS>۰
میانگین نزدیک‌ترین همسایه	متوسط فاصله دو لکه مشابه را محاسبه می‌کند.	متر	MNN>۰

### منطقه مورد مطالعه

مجموعه حفاظت‌شده جاجرود با وسعت حدود ۷۴۰۰ کیلومترمربع در حدود عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجه شرقی و در شرق تهران قرار دارد. این مجموعه شامل پارک‌های ملی سرخه‌حصار و خجیر و منطقه حفاظت‌شده جاجرود است. موقعیت این مناطق در شکل ۱ نشان داده شده است. نتیجه مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که تعداد ۱۱۸ گونه پرنده، ۳۸ گونه پستاندار، ۲۷ گونه خزنده، ۲ گونه دوزیست و ۷ گونه ماهی در مجموعه پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقه حفاظت‌شده جاجرود زندگی می‌کنند.



شکل ۱. منطقه حفاظت شده جاجرود



شکل ۲. نقشه طبقات کاربری منطقه مورد مطالعه

### استخراج نقشه پوشش/کاربری منطقه

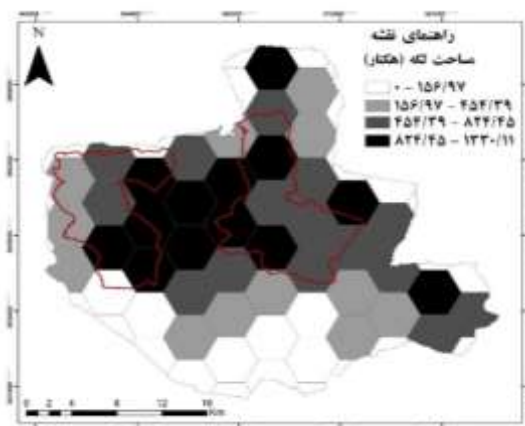
پس از انجام پیش پردازش، تصویر ماهواره ای طبقه بندی شد و نقشه پوشش/کاربری منطقه حفاظت شده آماده گردید (شکل ۲). نقشه پوشش/کاربری ارزیابی شد و صحت آن بررسی گردید. نتایج نشان می دهد که صحت کلی ۹۴/۲۵ درصد ضریب کاپا ۹۰/۶۸ است که از میزان قابل قبولی برخوردار هستند و نشان دهنده همخوانی کاربری های طبقه بندی شده و واقعیت زمینی است. نتایج اندازه گیری مساحت کاربری ها نشان می دهد که بیشترین مساحت کاربری در محدوده مورد مطالعه در سال ۲۰۱۷

مربوط به اراضی مرتع ضعیف بوده که برابر ۳۳۹۱۲/۵ هکتار (۴۴/۷۵ درصد) است و پس از آن مرتع خوب با ۳۰۴۳۵/۲ هکتار (۴۰/۱۶ درصد)، اراضی انسان‌ساخت با ۸۰۵۵/۷۸ هکتار (۱۰/۶۳ درصد)، جنگل‌کاری با ۱۶۳۹/۶۶ هکتار (۲/۱۶ درصد) و باغ با ۱۰۶۲/۰۵ هکتار (۱/۴ درصد) هستند و کمترین مساحت کاربری مربوط به طبقه بدنه آبی است که برابر ۶۷۲/۷۴ هکتار (۰/۸۹ درصد) بود.

### یافته‌های تحقیق

#### تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین

بر اساس نتایج به دست آمده، برای هر یک از این سنجه‌ها نقشه‌هایی تهیه شد که در ادامه آورده شده است. تحلیل سنجه CA: این سنجه مساحت اشغال شده توسط کلاس مورد نظر (مرتع خوب) را در سیمای سرزمین نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، اینکه چه مقدار از سیمای سرزمین از نوعی لکه خاص تشکیل شده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، سنجه مساحت لکه کمترین مقدار را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقه حفاظت شده جاجرود در ۸ پهنه با مساحت ۰ تا ۱۵۶/۹۷ هکتار نشان می‌دهد که کمترین مساحت مرتع خوب مربوط به این قسمت‌هاست. تعداد ۱۲ شش ضلعی نیز رتبه دوم را در کمترین مقدار مساحت مرتع با مساحت ۱۵۶/۹۷ تا ۴۵۴/۳۹ هکتار دارند که در مجاورت پارک‌های ملی قرار گرفته‌اند.



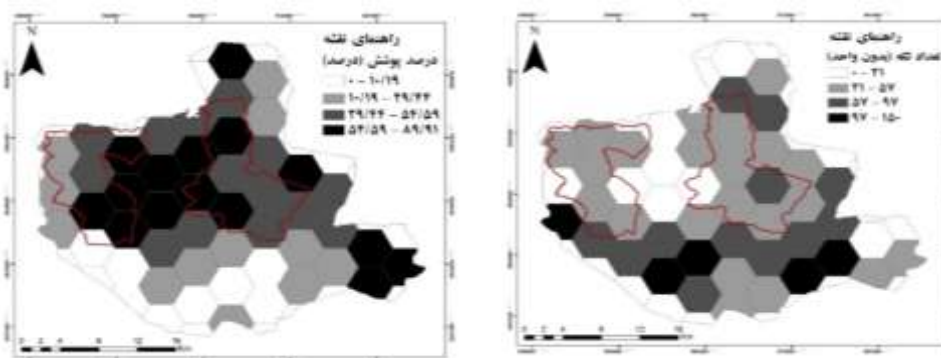
شکل ۳. پهنه‌بندی سنجه مساحت لکه مرتع خوب (واحد هکتار)

رتبه سوم از نظر مساحت پوشش مرتعی مربوط به ۱۵ پهنه است که محدوده مساحتی این طبقه از ۴۵۴/۳۹ تا ۸۲۴/۴۵ هکتار است. آخرین پهنه بندی مربوط به طبقه چهارم است که از لحاظ مرتع خوب بیشترین مقدار (۸۲۴/۴۵ تا ۱۳۳۰/۱۲ هکتار) را به خود اختصاص داده است. این طبقه شامل ۱۳ شش ضلعی است که یک پهنه در جنوب شرقی منطقه و بقیه پهنه ها در قسمت های شمالی منطقه و مابین دو پارک ملی خجیر و سرخه حصار قرار دارند که مرتع خوب مساحت بیشتری دارد.

تحلیل سنجه NP: همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، کمترین مقدار سنجه تعداد لکه مربوط به ۵ شش ضلعی بین دو پارک ملی است که یک پهنه در غرب پارک ملی سرخه حصار، یک پهنه در شمال، یک پهنه در جنوب شرقی و یک پهنه دیگر در جنوب غربی منطقه قرار دارد و تعداد ۰ تا ۲۱ لکه را به خود اختصاص داده اند. با توجه به مفهوم تعداد لکه، اگر تعداد لکه ها کم باشد، طبقه مورد نظر پیوستگی زیاد دارد. دومین طبقه، تعداد بین ۲۱ تا ۵۷ لکه را نمایش می دهد که شامل ۲۲ پهنه است که بیشتر آن ها در پارک های ملی و قسمت های شمالی قرار دارند. این طبقه بیشترین تعداد پهنه را به خود اختصاص داده است. سومین طبقه شامل ۱۲ پهنه است که بیشتر آن ها در قسمت های جنوبی منطقه قرار دارد. یک پهنه از این طبقه در پارک ملی خجیر قرار دارد. بیشترین تعداد لکه (۹۷ تا ۱۵۰ لکه) نیز مربوط به طبقه چهارم است که شامل ۵ پهنه بوده و در قسمت های جنوبی منطقه حفاظت شده جاجرود قرار دارد.

تحلیل سنجه PLAND: این سنجه درصدی از سیمای سرزمین را که توسط هر نوع لکه اشغال شده است محاسبه می کند و واحد آن درصد است. در واقع مشخص می کند که فراوانی پوشش مرتعی در سیمای سرزمین چه مقدار است. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود، کمترین مقدار سنجه درصد پوشش مرتع خوب مربوط به ۷ پهنه در قسمت جنوب و جنوب غربی منطقه حفاظت شده جاجرود است که بین ۱۰/۱۹ تا ۱۰ درصد بوده و پوشش مرتعی ضعیفی دارند. درجه بعدی، کمترین مقدار PLAN مربوط به ۱۲ پهنه می شود که پهنه بندی این طبقه بین ۱۰/۱۹ تا ۲۹/۴۴ درصد است و بیشتر این پهنه ها در منطقه حفاظت شده جاجرود قرار دارد. سومین طبقه شامل ۱۴ پهنه است که درصد پوشش این طبقه بین ۲۹/۴۴ تا ۵۴/۵۹ درصد است و در قسمت های شمالی منطقه قرار دارند. بیشترین درصد مساحت مرتع خوب بین ۵۹/۴۴ تا ۸۹/۹۱ درصد است که در ۱۵ پهنه وجود دارد و بیشترین تعداد پهنه ها را به خود اختصاص داده اند و نشانگر تراکم بسیار پوشش مرتعی است.

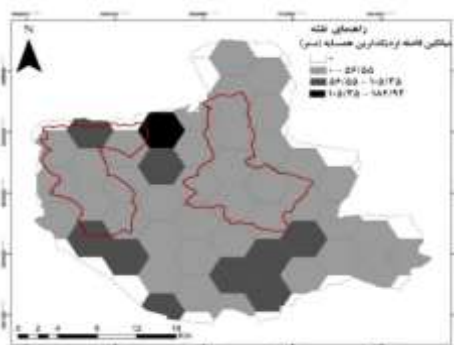
تعداد ۱۰ پهنه آن در پارک ملی خجیر و سرخه حصار و مابین دو پارک ملی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه این مناطق سطح حفاظتی بیشتری دارند، درصد چشمگیری از آن‌ها مرتع خوب است. تعداد ۳ پهنه در جنوب شرقی، یک پهنه در شرق و یک پهنه دیگر در شمال منطقه حفاظت شده قرار دارد.



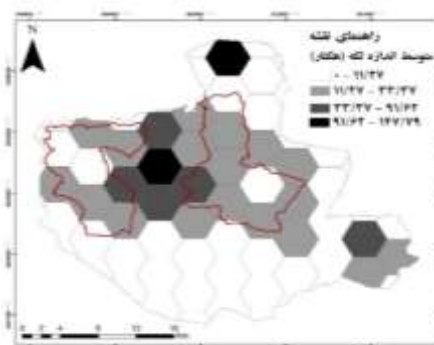
شکل ۴. پهنه‌بندی سنجۀ تعداد لکه مرتع خوب (بدون واحد)      شکل ۵. پهنه‌بندی سنجۀ درصد پوشش مرتع خوب (واحد درصد)

تحلیل سنجۀ MPS: این سنجۀ میانگین مساحت لکه هر نوع کاربری را نشان می‌دهد. این سنجۀ در کنار سنجۀ NP دو شاخص مهم از هم‌گسیختگی در منطقه هستند. سنجۀ میانگین اندازه تکه، شاخص مهم تجزیه در طبقه است؛ زیرا طبقه با میانگین اندازه تکه کوچک‌تر، تخریب‌شده‌تر تلقی می‌شود. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجۀ متوسط اندازه لکه مربوط به ۲۳ پهنه است که این طبقه بیشترین تعداد پهنه را به خود اختصاص داده است و بیشتر در قسمت‌های جنوبی منطقه حفاظت‌شده جاجرود قرار دارد. در این قسمت‌ها تعداد لکه‌های مرتع خوب زیاد و مساحت آن‌ها کوچک است؛ بنابراین میزان MPS برای این پهنه‌ها پایین است. یک پهنه از این طبقه در پارک ملی خجیر و دو پهنه در پارک ملی سرخه حصار قرار دارد. طبقه دوم که مقدار این سنجۀ بین ۱۱/۲۷ تا ۳۳/۳۷ هکتار است شامل ۱۸ پهنه است که بیشتر در قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه وجود دارند و دو پهنه آن هم در جنوب شرقی منطقه قرار دارد. مقدار ۳۳/۳۷ تا ۹۱/۶۲ هکتار نیز مربوط به طبقه سوم است که ۴ پهنه بین دو پارک ملی و یک پهنه در جنوب شرقی قرار دارد. تعداد ۲ پهنه نیز مربوط به بیشترین مقدار MPS و طبقه چهارم است که یکی در شمال منطقه و یکی در بین دو پارک ملی قرار دارد. تحلیل سنجۀ MNN: این سنجۀ آرایش فضایی سیمای سرزمین را

کمی می‌کند و در واقع جداافتادگی و فاصله بین لکه‌های همسان را محاسبه می‌کند. این سنجه بیان‌گر میزان ایزوله بودن آنهاست. افزایش سنجه MNN در سطح کلاس نشان‌دهنده فاصله زیاد لکه‌های هم‌نوع خود و کاهش ارتباط آنها در سیمای سرزمین است که می‌تواند از عوامل ازهم‌گسیختگی و دشواری ارتباط میان لکه‌های هم‌نوع در سیمای سرزمین باشد. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجه میانگین فاصله نزدیک‌ترین همسایه برابر ۰ است. بدین معنی که لکه‌های در پهنه قرار ندارد. رنج تغییرات این سنجه بین ۰ تا  $184/93$  متر است که بیش از نیمی از شش‌ضلعی‌ها در رنج ۰ تا  $56/55$  متر (طبقه دوم) قرار دارد که شامل ۳۸ شش‌ضلعی است. تمام پهنه‌های پارک ملی خجیر مربوط به این طبقه است. پهنه‌هایی با فاصله نزدیک‌ترین همسایه بین  $56/55$  تا  $105/35$  متر نیز شامل ۹ پهنه است که یک پهنه در بین دو پارک ملی، یک پهنه در قسمت شمالی پارک ملی سرخه‌حصار و ۷ پهنه در قسمت‌های جنوبی منطقه حفاظت‌شده جاجرود قرار دارد. در یک پهنه فاصله میان لکه‌های مجاور بیشتر است ( $105/35$  تا  $184/93$  متر) که در شمال منطقه قرار دارد.



شکل ۷. پهنه‌بندی سنجه متوسط فاصله نزدیک‌ترین همسایه مرتع خوب (واحد متر)

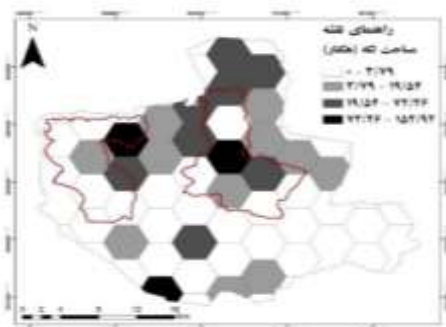


شکل ۶. پهنه‌بندی سنجه متوسط اندازه لکه مرتع خوب (واحد هکتار)

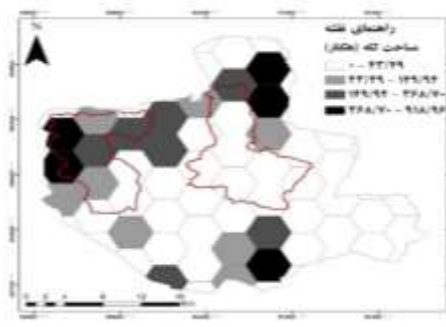
تحلیل سنجه CA برای سایر کاربری‌ها: این سنجه نشان می‌دهد که چه مقدار از سیمای سرزمین از یک نوع لکه خاص تشکیل شده است. با توجه به شکل ۸، بیشترین مساحت اراضی انسان‌ساخت در ۵ شش‌ضلعی وجود دارد. تعداد ۲ شش‌ضلعی در شمال جاجرود، ۲ شش‌ضلعی دیگر در غرب پارک ملی سرخه‌حصار و ۱ پهنه هم در جنوب منطقه قرار دارد که مساحتی بین  $368/70$  تا  $918/96$

هکتار دارند. در این قسمت‌ها فعالیت‌ها و تعارضات انسانی بیشتر است. فعالیت‌های انسان در منطقه باعث افزایش تغییرات در سیمای سرزمین و آشفتگی می‌شود و در پی آن باعث افزایش ازهم‌گسیختگی و ازبین‌رفتن زیستگاه مناسب حیات وحش می‌شود و یکپارچگی را کاهش می‌دهد. مساحت لکه‌های انسان‌ساخت در پارک ملی سرخه‌حصار بیشتر از پارک ملی خجیر است.

با توجه به شکل ۹، بیشترین مقدار سنجه مساحت کلاس برای کاربری باغ مربوط به ۱ پهنه در پارک ملی خجیر، ۱ پهنه در نزدیکی ترکمن‌ده و ۱ پهنه در جنوب غربی منطقه است که مساحتی بالغ بر ۷۲/۲۶ تا ۱۵۲/۹۲ هکتار از آن توسط کاربری باغ اشغال شده است. کاربری باغ در این مناطق یک کاربری نیمه‌طبیعی بوده و افزایش مساحت آن به توسعه فعالیت‌های انسانی منجر می‌شود. با توجه به شکل ۱۰، کاربری جنگل‌کاری ۵ شش‌ضلعی را اشغال کرده است که همه آن‌ها در شمال جاجرود قرار دارد و بیشترین مقدار آن در یک شش‌ضلعی بین دو پارک ملی با مساحتی بالغ بر ۲۹۷/۸۸ تا ۵۴۰/۶۲ هکتار است. معرفی گونه‌های غیربومی به ازبین‌رفتن موجودیت تنوع زیستی و نابودی گونه‌های اندمیک منجر می‌شود. با توجه به شکل ۱۱، کاربری مرتع ضعیف بیشترین مساحت خود (CA) را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقه حفاظت‌شده جاجرود با مساحتی بین ۸۹۵/۱۰ تا ۱۳۵۳/۲۶ هکتار دارد. با توجه به شکل ۱۲، کاربری بدنه آبی ۵ شش‌ضلعی را اشغال کرده است که مربوط به سد ماملو است. بخشی از آن در پارک ملی خجیر و بخشی دیگر در منطقه حفاظت‌شده جاجرود قرار دارد. بیشترین مقدار آن در دو شش‌ضلعی با مساحتی بالغ بر ۵۳/۵۴ تا ۲۸۶/۹۱ هکتار است.



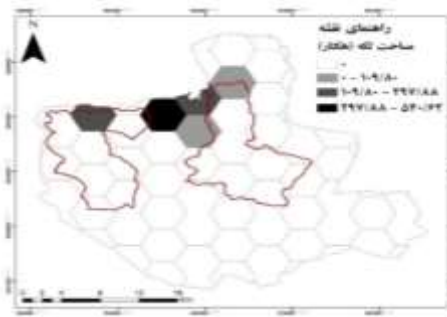
شکل ۹. پهنه‌بندی سنجه مساحت لکه باغ (واحد هکتار)



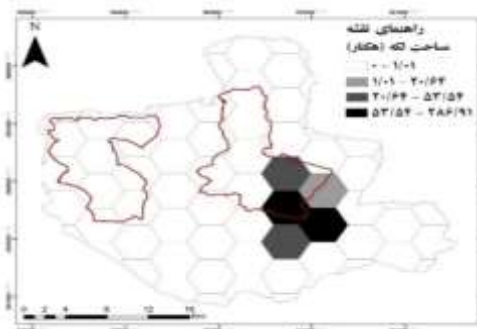
شکل ۸. پهنه‌بندی سنجه مساحت لکه اراضی انسان‌ساخت (واحد هکتار)



شکل ۱۱. پهنه بندی سنجۀ مساحت لکۀ مرتع ضعیف (واحد هکتار)



شکل ۱۰. پهنه بندی سنجۀ مساحت لکۀ جنگل کاری (واحد هکتار)



شکل ۱۲. پهنه بندی سنجۀ مساحت لکۀ بدنه آبی (واحد هکتار)

### بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه تحلیل و ارزیابی ساختار سیمای سرزمین منطقه حفاظت شده جاجرود است. Wang و Yang در تحقیقی با هدف یافتن سنجۀ کلیدی در سطح کلاس برای کمی کردن الگوی ساختاری نقشه کاربری سرزمین، دریافتند که سنجۀ کلیدی بسته به اینکه سیمای سرزمین را چگونه توصیف کنیم، متفاوت خواهد بود و متناسب با هدف مطالعه خواهد بود (Wang & Yang, 2012: 64-81).

در مطالعات بسیاری نیز از سنجه های مورد استفاده در این تحقیق برای ارزیابی یکپارچگی سیمای سرزمین استفاده شده است (نوحه گر و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۷-۲۱۴؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۱-۸۷؛ بی همتای طوسی، ۱۳۹۲: ۷۷-۸۷؛ لاریجانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۹-۶۴؛ اسکندری و مرادی، ۱۳۹۱: ۳۵-۴۴). نتایج این تحقیق نشان می دهد سنجه های مساحت و درصد پوشش



مرتع خوب کمترین مقدار را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقه حفاظت‌شده جاجرود دارند. علت اصلی کمبود CA و PLAND را در این مناطق می‌توان تمرکز و تراکم سایر کاربری‌ها مانند مرتع ضعیف و اراضی انسان‌ساخت ذکر کرد.

بیشترین مقدار این سنجه‌ها در قسمت‌های مرکزی و شمالی منطقه، به‌خصوص بین دو پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار و در جنوب شرقی منطقه قرار دارد. همچنین تعداد لکه‌های مرتع خوب در این قسمت‌ها کمتر و بزرگ‌تر است؛ یعنی از هم‌گسیختگی کمتر است. در این مناطق گونه‌هایی مانند قوچ و میش، کل، بز و آهو پراکنش دارند؛ بنابراین یکپارچگی مرتع خوب و ارتباط زیستگاه‌ها برای حرکت جانوران حائز اهمیت است. باید توجه کرد که افزایش کمیت سنجه NP، نشان‌دهنده پدیده خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است؛ بنابراین کاهش کمیت سنجه NP، به شرطی که مساحت لکه‌ها از حد قابل قبولی برخوردار باشد، نشانه وضعیت پایداری است. پهنه‌های جنوب و جنوب غربی منطقه حفاظت‌شده از نظر پایداری اکولوژیکی مرتع خوب و پدیده خردشدگی در وضعیت نامناسب‌تری قرار دارند. مهم‌ترین اثر حفظ یکپارچگی مرتع خوب در ارتباط با کارکرد رویشگاهی، در تقویت زادآوری و تکثیر گونه‌های مرتعی با کیفیت علوفه و ارزش غذایی خوب و در ارتباط با کارکرد زیستگاهی در تأمین نیاز غذایی علف‌خواران منطقه از جمله قوچ و میش و آهوی ایرانی و تضمین بقای گونه‌های وابسته به علف‌خواران است (Spencer et al., 2017: 21-38).

نتایج برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهد که حفاظت باعث افزایش یکپارچگی و در نتیجه کارکرد مؤثرتر رویشگاهی و زیستگاهی می‌شود (Skokanova & Eremlasova, Scatiot et al., 2015: 54-59). این مسئله باعث بهبود منطقه از لحاظ مرتع خوب می‌شود. اندازه‌گیری سنجه‌ها نیز نشان می‌دهد مساحت و درصد مرتع خوب در شمال منطقه و پارک‌های ملی بیشتر، تعداد لکه‌ها کمتر و اندازه آن‌ها بزرگ‌تر است. سنجه NP و MPS نشان می‌دهد که یکپارچگی سیمای سرزمین اراضی مرتعی در بخش‌های مرکزی پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار و مابین دو پارک مذکور و همچنین در شمال و جنوب شرقی پارک ملی خجیر در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. لذا پیشنهاد می‌شود برای مدیریت یکپارچه منطقه، اراضی مابین دو پارک ملی و همچنین اراضی شمال و جنوب شرقی پارک ملی خجیر به محدوده پارک ملی اضافه شود.

این تغییر در منطقه حفاظت‌شده موجب حفاظت مؤثر از یکپارچگی موجود می‌شود و خطر از دست رفتن یکپارچگی این مناطق را کاهش می‌دهد. در پهنه‌هایی در جنوب منطقه میزان MNN زیاد است که نشان می‌دهد لکه‌های مرتع خوب پراکنده و از یکدیگر دور شده‌اند و ارتباط اکولوژیکی آن‌ها با هم کم است. افزایش مساحت مرتع خوب و دورتر بودن لکه‌ها می‌تواند به از بین رفتن جایها و گذرگاه‌ها در منطقه تعبیر شود که مشکلات زیادی برای حیات وحش منطقه ایجاد می‌کند و در تحقیق براتی<sup>۱</sup> و همکاران (2017: 153-168)، نیز تأیید و پیشنهاد شده است. نتایج این تحقیق با مطالعات سفیانیان (۱۳۸۸: ۳۴-۴۷) و ونگ<sup>۲</sup> (2007: 341-353) که در تحقیقات خود نتیجه می‌گیرند لکه‌های کاربری اراضی پایدار با افزایش کاربری‌های انسان‌ساخت به سمت لکه‌های ناپایدارتر و تکه‌تکه‌شدگی پیش می‌روند مطابقت می‌کند. مهم‌ترین استراتژی حفاظت در پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقه حفاظت‌شده جاجرود، کاهش تعارضات برای دستیابی به اهداف حفاظت است. بخش‌هایی از منطقه حفاظت‌شده جاجرود فعلی که از زیستگاه‌های حساسی برخوردار بوده و به‌عنوان کریدور ارتباطی پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار به شمار می‌روند، قابلیت اضافه‌شدن به مرزهای پارک را دارند.

این منطقه حایل بین دو پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار قرار دارد و با توجه به یکپارچگی مناسبی که دارد، می‌تواند به سطح پارک ملی ارتقا یافته و به مجموعه پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار اضافه شود. سایر مناطق، به‌خصوص در سمت جنوب، یکپارچگی خود را از دست داده و در صورت اجرای برنامه‌های احیای اکوسیستم و بهبود وضعیت یکپارچگی مراتع، ارزش لازم برای افزودن به منطقه حفاظت‌شده و زیستگاه حیات وحش را در آینده خواهند داشت. نتایج این تحقیق، بر قابلیت و کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی مدیریت مناطق حفاظت‌شده و شناسایی لکه‌های حفاظتی به‌منظور اولویت‌دادن به حفاظت از لکه‌های سیمای سرزمین تأکید می‌کند و نوعی سامانه هشدار اولیه (Brahminejad et al., 2018: 79-88) و سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (Jahani, 2017: 35-48; Jahani, 2018: 1-10) در مناطق تحت حفاظت محسوب می‌شود.

---

1. Barati

2. Weng

## منابع

- اسکندری، سعیده و مرادی، ایوب (۱۳۸۸). کاربری اراضی و تحلیل عناصر چشم‌انداز روستای سیور از نظر زیست‌محیطی، *محیط‌شناسی*، ۳۸ (۶۳)، ۴۴-۳۵.
- بی‌همتای طوسی، ندا؛ سفیانیان، علیرضا و فاخران، سیما (۱۳۹۲). بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقه مرکزی اصفهان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین، *بوم‌شناسی کاربردی*، ۲ (۶)، ۸۷-۷۷.
- پریور، پرستو؛ یآوری، احمدرضا؛ فریادی، شهرزاد و ستوده، احد (۱۳۸۸). تحلیل ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط‌زیست، *محیط‌شناسی*، ۳۵ (۵۰)، ۴۵-۵۶.
- جباری، سمیه؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین؛ جعفری، رضا و سلطانی، سعید (۱۳۹۳). بررسی تغییرات درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه سمیرم اصفهان، *بوم‌شناسی کاربردی*، ۳ (۱۰)، ۲۷-۳۹.
- جهانی، علی (۱۳۹۶). مدل‌سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر جنگل با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۴ (۳)، ۱۷-۳۳.
- جهانی، علی و محمدی‌فاضل، اصغر (۱۳۹۵). مدل‌سازی کیفیت زیباشناختی منظر در فضای سبز شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، *نشریه محیط زیست طبیعی*، ۶۹ (۴)، ۹۵۱-۹۶۳.
- جهانی، علی؛ مخدوم، مجید؛ فقهی، جهانگیر و اعتماد، وحید (۱۳۹۰). تعیین کیفیت منظر و نقاط چشم‌انداز به منظور کاربری اکوتوریسم (مطالعه موردی: بخش پاتم جنگل خیرود)، *نشریه پژوهش‌های محیط زیست*، ۲ (۳)، ۱۳-۲۰.
- ذوقی، محمود؛ یآوری، احمدرضا؛ بحرینی، سید حسین و احسانی، امیر هوشنگ (۱۳۹۳). ارزیابی ازهم‌گسیختگی فضای سبز شهری با رویکرد سیمای سرزمین (مطالعه موردی: شهر تهران - منطقه ۵). کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری.
- راهداری، وحید؛ سفیانیان، علیرضا؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین و ملکی نجف‌آبادی، سعیده (۱۳۹۲). بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک

- و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: پناهگاه حیات وحش موه)، علوم تکنولوژی محیط زیست، ۱۵ (۲۳)، ۴۳-۵۴.
- رایگانی، بهزاد؛ جهانی، علی؛ ستاری راد، امیر و شوقی، نرگس (۱۳۹۷). پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از سنجش از دور و تصاویر چندزمانه لندست (مطالعه موردی: شهر مشهد)، آمایش سرزمین، ۱۰ (۲)، ۲۴۹-۲۶۹.
- زبردست، لعبت؛ یاوری، احمدرضا؛ صالحی، اسماعیل. و مخدوم، مجید (۱۳۹۰). بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین، پژوهش‌های محیط‌زیست، ۲ (۴)، ۲۰-۱۱.
- سفیانیان، علیرضا (۱۳۸۸). بررسی تغییر کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۴۹ (۱۳)، ۴۷-۳۴.
- فاطمی، سیدباقر و رضایی، یوسف (۱۳۸۹). مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، چاپ دوم، ۵۷.
- کرمی، آرش و فقهی، جهانگیر (۱۳۹۰). بررسی کمی‌کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)، محیط‌شناسی، ۳۷ (۶۰)، ۷۹-۸۸.
- لاریجانی، مریم؛ قسامی، فاطمه و یوسفی رویات، الهام (۱۳۹۲). تحلیل اکولوژیک ساختار فضای سبز شهر جیرفت با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین، فصلنامه آمایش محیط، ۷ (۲۵)، ۶۴-۴۹.
- نوحه‌گر، احمد؛ جباریان امیری، بهمن و افراخته، روشنگر (۱۳۹۴). تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، ۱۵ (۱۵)، ۱۹۷-۲۱۴.
- یوسفی، الهام؛ صالحی، اسماعیل؛ قسامی، فاطمه و جهانی شکیب، فاطمه (۱۳۹۳). تحلیل وضعیت اکولوژیکی فضای سبز شهر بیرجند بر اساس متریک‌های سیمای سرزمین (با تأکید بر وضعیت پارک‌های محله‌ای و منطقه‌ای)، فضای جغرافیایی، ۱۴ (۴۶)، ۷۱-۸۷.

## References

- Ahern, j. & Andre, L. (2003). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(1), 65-93.
- Anderson, J. R., Hady, E., Roach, E. J., Wetter, T. & Richard, E. (1976). Lands cover classification system for use with remote sensor data. *United States Government Printing Office*, Washington, USA. 80-85 pp.
- Bahraminejad, M., Raygani, b., Jahani, A., Nezami, B. (2018). Proposing an early-warning system for optimal management of protected areas (Case study: Damiyan protected area, Eastern Iran). *Journal for Nature Conservation*, 46, p. 79-88.
- Barati, B., Raygani, B., Jahani, A. & Zebardast, L. (2017). Integration assessment of the protected areas using landscape ecological approach (case Study: Kolah Ghazy National Park and Wildlife Refuge). *The Journal of Town and Country Planning*, 9(1), 153-168.
- Bihamta Toosi, N., Soffianian, A., Fakheran, S. (2012). Land cover changes investigation in central region of Isfahan using landscape metrics. *Iranian Journal of Applied Ecology* 2(6): 77-87. (in Persian)
- Castillo, E. M. D., Garcia-Martin, A., Aladren, L. A. L. & Luis, M. D. (2015). Evaluation of Forest Cover Change Using Remote Sensing Techniques and Landscape Metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *Applied Geography*, 62: 247-255.
- Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
- Cushman, S.A., McGarigal, K., and Neel, M.C. (2008). Parsimony in landscape metrics: Strength, universality and consistency, *ecological indicators*, 8, p. 691-703
- Eskandari, S., Moradi, A. (2012). Investigation of Land Use and the Analysis of Landscape Elements in Sivar Village from Environmental Viewpoint. *Journal of Environmental Studies* 38(2): 35-44. (in Persian)
- Fatemi, S.B., Rezaii, Y. (2009). *Fundamental of remote sensing*. Azadeh press, 2th edition, 57. (in Persian)
- Haghverdi, A., Jahani, A., Zebardast, L., Makhdoum, M. & Goshtasb, H. (2018). Quantifying the Fragmentation of the Wildlife Habitat Using Landscape Ecology Approach (Case Study (Lar National Park and Varjin Protected Area). *Animal Environment*, 10(2), p. 21-32.
- Jabbari, S., Khajeddin, S.J., Jafari, R., Soltani, S. (2013). Investigation on rangelands vegetation changes using satellite images in Semirrom region of Isfahan. *Iranian Journal of Applied Ecology* 3(10): 27-39. (in Persian)
- Jahani, A., Makhdoum, M., Feghhi, J., and Etemad, V. (2011). Landscape quality appraisal from lookouts for ecotourism land use (Case study: Patom district of Kheirud forest). *Journal of Environment Researches*, 2(3): 13-20(in Persian)
- Jahani A. (2017). Aesthetic quality evaluation modeling of forest landscape using artificial neural network, *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 24(3):17-33. (in Persian)
- Jahani, A. (2017). Sycamore failure hazard risk modeling in urban green space. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 3(400188), p. 35-48.
- Jahani, A. (2018). Sycamore failure hazard classification model (SFHCM).an environmental decision support system (EDSS) in urban green spaces. *Springer Berlin Heidelberg*, p. 1-10.

- Jahani, A., Mohammadi Fazel, A. (2017). Aesthetic quality modeling of landscape in urban green space using artificial neural network. *Journal of forest and wood products (JFWP) (Iranian Journal of natural resources)*, 69(4), 951-963 (in Persian)
- Karami; A., Feghhi, J. (2011). Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). *Journal of Environmental Studies* 37(60): 79-88. (in Persian)
- Larijani, M., Ghassami; F., Yusefi Robiat, E. (2014). Ecological Analysis of Green Space Jiroft Using Landscape Metrics, *Journal of Management System* 7(25): 49-64. (in Persian)
- Leitao, A. B. & Ahren, J. (2002). Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(2), 65- 93.
- Maimaitiyiming, M., Ghulam, A., Tiyip, T., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Halik, U., Sawut, M. & Caetano, M. (2014). Effects of Green Space Spatial Pattern on Land Surface Temperature: Implications For Sustainable Urban Planning and Climate Change Adaptation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 89, p. 59-66.
- Matsushita, B. Y., Wei, C., Jin, O., Yuyichi, and Q. Guoyn. (2007). Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density Cypress forest. *Sensors*, 7, p. 2636-2651.
- McGarigal, K. & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. *Forest Science Department*, Oregon State University, Corvallis.
- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. & Ene, E. (2002).
- Nohegar, A., Jabariyan Amiri, B., Afrakhte, R. (2015). Land Use Analysis on Guilan Central District Using Landscape Ecology Approach, *Geography and Territorial Spatial Arrangement* 5(15): 197-214. (in Persian)
- Parivar; P., Yavari, A.R., Faryadi, Sh., Sotoudeh, A. (2009). Landscape Ecological Structure Analysis of Tehran to Develop Strategies for Improving Environmental Quality. *Journal of Environmental Studies* 35(50): 45-56. (in Persian)
- Rahdari, V., Soffianian, A.R., Khajeddin, S.J., Maleki Najafabadi, S. (2012). Investigation on satellite images capability in vegetation canopy map provision in arid and semi-arid regions (case study, Mooteh wildlife refuge). *Journal of Environment sciences and technology* 15(23): 43-54. (in Persian)
- Rayegani, B., Jahani, A., Satari Rad, A., Shoghi, N. (2018). Predicting of Land Use Changes for 2030 Using Remote Sensing and Landsat Multi-Temporal Images (Case study: Mashhad). *Journal of Town and country planning* 10(2): 249-269. (in Persian)
- Rezazadeh, S., Jahani, A., Makhdoum, M., & Goshtasb Meigooni, H. (2017). Evaluation of the Strategic Factors of the Management of Protected Areas Using SWOT Analysis-Case Study: Bashgol Protected Area-Qazvin Province. *Scientific Research Publishing*, 7(1), 55.
- Rondeaux, G., Steven, M., and Baret, F. (2013). Optimization of soil-adjusted vegetation indices, *Remote Sensing of Environment*, 2, p.98-107.
- Scariot, E. C., Almeida, D. & Santos, J. E. D. (2015). Connectivity Dynamics of Araucaria Forest and Grassland Surrounding Passo Fundo National Forest. Southern Brazil,

- Natureza & Conservacao*, 13(1), 54-59.
- Skokanova, H. & Eremlasova, R. (2013). Landscape Functionality in Protected and Unprotected Areas: Case Studies from The Czech Republic. *Ecological Informatics*, 14: 71-74.
- Soffianian, A.R. (2009). Persian Abstract A Study on Land Use Change in Isfahan Using. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)* 49(13): 34-47. (in Persian)
- Spencer, D., Haulkos, D., Hagen, C., Daniels, M. & Goodin, D. (2017). Conservation Reserve Program mitigates grassland loss in the lesser prairie-chicken range of Kansas, *Global Ecology and Conservation*. 9: 21-38.
- Wang, J. & Yang, X. (2012). A Hierarchical Approach to Forest Landscape Pattern Characterization. *Environmental Management*, 49: 64-81.
- Weng, Y. C. (2007). Spatio-temporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 81(4), p. 341-353.
- Wylie, B. K., Meyer, D. J., Tieszen, L. L. and Mannel, S. (2002). Satellite mapping of surface biophysical parameters at the biome scale over the North American grasslands: A case study. *Remote Sensing of Environment* 79(2-3): p. 266-278.
- Yousefi, E., Salehi, S., Ghesami, F., Jahani Shakib, F. (2014). The Ecological Status of Green Space in Birjand with Emphasis on the Regional and Local Parks Based on Landscape Metrics. *Journal of Geographic Space* 14(46): 71-87. (in Persian)
- Zebardast, L., Yavari, A.R., Salehi, S., Makhdoum, M. (2010). Investigation on structural changes in result of road in Golestan national park in years of 1989-2011 using landscape ecology metrics. *Journal of Environment researches* 2(4): 11-20. (in Persian)
- Zoghi, M., Yavari, A.R., Bahreini, S.H., Ehsani, A.H. (2013). *Assessment of urban green space fragmentation with landscape approach (Case Study: Tehran city, District 5)*. International conference on structure, architecture and urban development. Tabriz, Iran, 378 pp. (in Persian)